...e costruisci il tuo LABORATORIO DIGITALE

6,90 €

38

HARDWARE

DIGITALE DI BASE

MICROCONTROLLER

DIGITALE AVANZATO

TOTALMENTE PROGRAMMABILE!!!

9 771824 363008 41038

Peruzzo & C.

IN REGALO in questo fascicolo

1 Scheda di memoria

IN REGALO nel prossimo fascicolo

1 Scheda DG13
2 Connettori maschio da c.s. diritti a 4 vie

COME RACCOGLIERE E SUDDIVIDERE L'OPERA NELLE 4 SEZIONI

L'Opera è composta da 4 sezioni identificabili dalle fasce colorate, come indicato sotto. Le schede di ciascun fascicolo andranno suddivise nelle sezioni indicate e raccolte nell'apposito raccoglitore, che troverai presto in edicola. Per il momento, ti consigliamo di suddividere le sezioni in altrettante cartellette, in attesa di poterle collocare nel raccoglitore. A prima vista, alcuni numeri di pagina ti potranno sembrare ripetuti o sbagliati. Non è così: ciascuno fa parte di sezioni differenti e rispecchia l'ordine secondo cui raccogliere le schede.
Per eventuali domande di tipo tecnico scrivere al seguente indirizzo e-mail: elettronicadigitale@microrobots.it

Hardware Montaggio e prove del laboratorio

Digitale di base Esercizi con i circuiti digitali

Digitale avanzato Esercizi con i circuiti sequenziali

Microcontroller Esercizi con i microcontroller

Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP S.n.c.
Pianificazione tecnica
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, Tel. 02/242021, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1738 del 26/05/2004. Spedizione in abbonamento postale gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963. Stampa: Grafiche Porpora s.r.l., Cernusco S/N (MI). Distribuzione SO.DI.P. S.p.A., Cinisello Balsamo (MI).

"ELETTRONICA DIGITALE"
si compone di
70 fascicoli settimanali
da suddividere
in 2 raccoglitori.

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI. Per ulteriori informazioni, telefonare dal lunedì al venerdì ore 9.30-12.30 all'ufficio arretrati tel. 02/242021. Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione € 3,10 per pacco. Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di € 25,82 e non superiore a € 51,65, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a € 6,20. La spesa sarà di € 9,81 da € 51,65 a € 103,29; di € 12,39 da € 103,29 a € 154,94; di € 14,98 da € 154,94 a € 206,58; di € 16,53 da € 206,58 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di € 0,52, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera. IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

Scheda di memoria

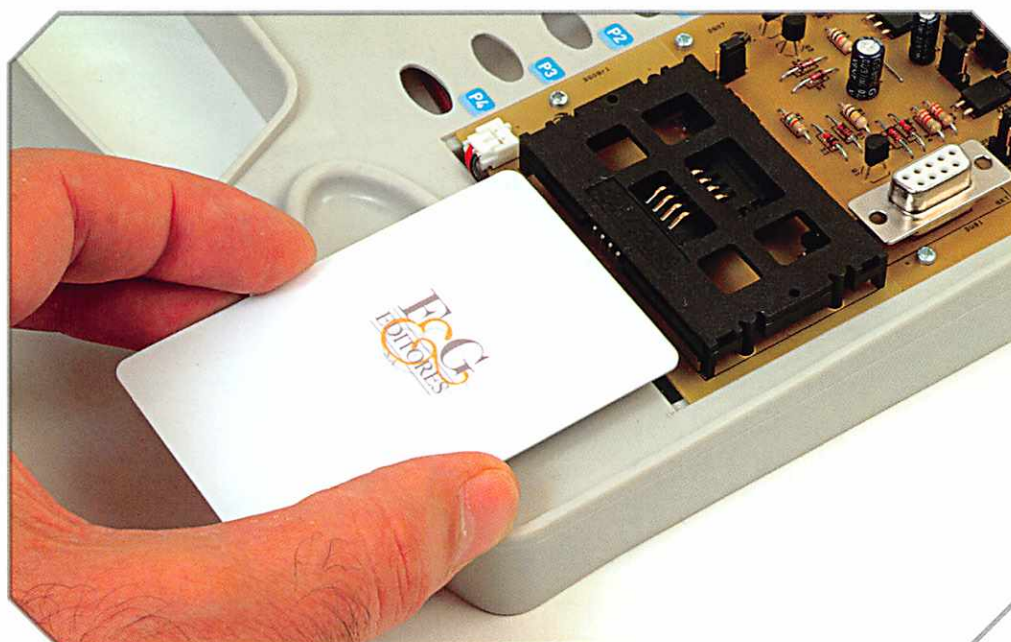
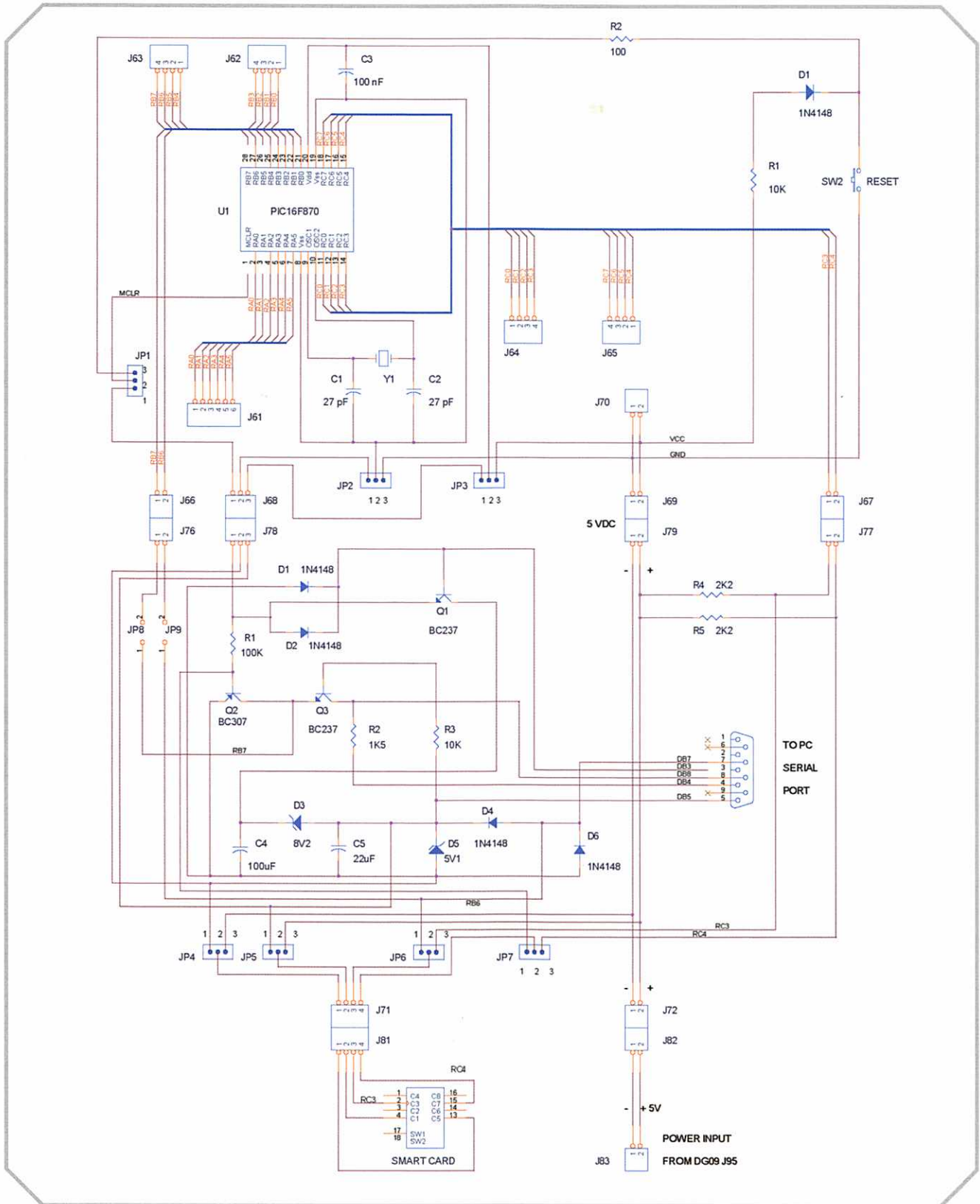
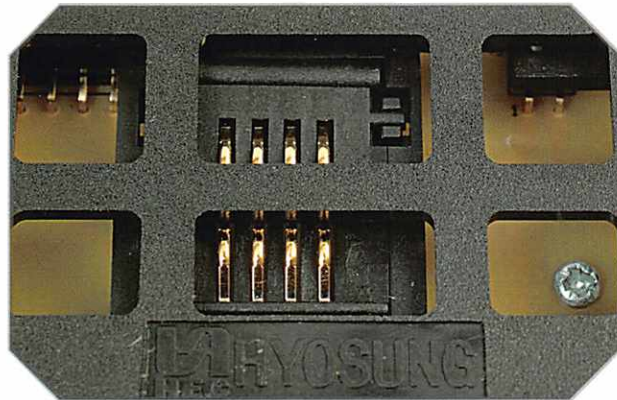
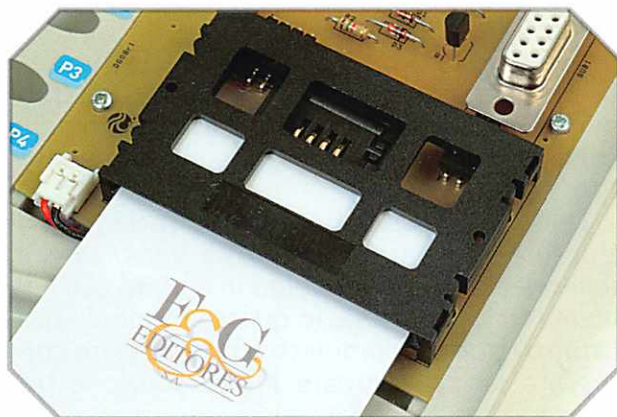
Scheda di memoria.

Collegamenti della scheda di memoria.

Con questo fascicolo viene fornita la scheda di memoria, detta anche SmartCard, che verrà utilizzata con il dispositivo di lettura-scrittura del circuito stampato DG08 del laboratorio. Verifichiamo il suo inserimento in questo dispositivo, rimandando la lettura e scrittura dei dati sulla stessa, a quando verrà spiegato in modo dettagliato il suo utilizzo unitamente al software.

Disporre di una scheda di memoria aumenta le possibilità di eseguire esperimenti sul laboratorio. I circuiti della zona 2 sono chiamati DG06, DG07 e DG08. Questi tre circuiti sono collegati tra loro e possono funzionare in modo autonomo collegati al laboratorio, oppure collegati alla porta seriale di un personal computer. Dispongono di ponticelli di configurazione per eseguire le connessioni adatte a ogni tipo di funzionamento e la loro esatta disposizione verrà indicata in ogni esercizio.

Lo schema

Allo scopo di comprendere meglio le spiegazioni che accompagneranno i diversi esperi-

La scheda si scrive e si legge su questo dispositivo.

Schema completo dei circuiti della zona 2 del laboratorio.

Dettaglio dei collegamenti del dispositivo.

I collegamenti della scheda vanno rivolti verso il basso.

menti, presentiamo uno schema generale dei circuiti di queste tre schede della zona 2 collegate tra loro, in questo modo, disponendo di una visione d'insieme, sarà più facile capirne il funzionamento.

La distribuzione dei componenti in questo schema è realizzata cercando di copiare la distribuzione fisica utilizzata nel laboratorio, per facilitare la localizzazione dei componenti, sia nello schema che nei circuiti stampati reali.

Ricordiamo che, quando il circuito si collega al personal computer, i ponticelli sono configurati per poter ottenere l'alimentazione necessaria per la scrittura dalla stessa porta seriale e viene scollegata l'alimentazione fornita al laboratorio, quindi, non utilizzando l'alimentazione del laboratorio non è necessario che l'alimentazione esterna sia collegata (nel caso si disponga di un alimentatore) e che siano montate le batterie. Seguendo il circuito completo e le spiegazioni di configurazione per i ponticelli di ogni esperimento potrete seguire facilmente lo schema.

Inserimento della scheda

La scheda si inserisce nell'apposita apertura dello zoccolo in modo che i collegamenti rimangano rivolti verso il basso, generando un ottimo contatto con i connettori del dispositivo. La scheda deve entrare facilmente ed esercitare una leggera pressione sui contatti dello zoccolo, rendendo possibile la lettura o la

Scheda pronta per essere utilizzata.

Il laboratorio si chiude come una valigetta.

Il laboratorio si apre facendo pressione con il pollice sul pannello principale dello stesso.

Laboratorio completato.

scrittura dei dati sulla scheda stessa; in questo caso i ponticelli dovranno essere configurati secondo quanto specificato volta per volta, inoltre sarà necessario utilizzare il software adeguato, sia sul PC che sul PIC16F870, nel caso in cui quest'ultimo debba utilizzare le informazioni scritte su questa memoria.

Il laboratorio

Le due parti del laboratorio sono unite da tre dispositivi che ne permettono la rotazione e svolgono la funzione di cardini in modo che la parte superiore del laboratorio si possa chiudere sul pannello principale.

Su entrambi i pannelli sono presenti due dispositivi che facilitano la chiusura dei pannelli e li mantengono uniti.

Il manico di trasporto è formato da due parti, una per ogni parte del laboratorio, chiudendo il manico, quindi, ci assicureremo della chiusura del laboratorio stesso evitando aperture accidentali.

Le due parti del laboratorio dispongono di chiusure che verranno fornite verso la fine dell'opera, quando avremo installato tutti gli elementi della stessa, in questo modo il laboratorio risulterà completo e potrà essere conservato senza occupare molto spazio e trasportato con facilità.

Chiusura del laboratorio

Il laboratorio è progettato in modo che si possa chiudere con tutti i suoi elementi montati, tuttavia la lunghezza di alcuni fili utilizzati negli esperimenti potrebbe rendere difficoltosa la chiusura e richiedere, quindi, un parziale scollegamento. In generale si potrà chiudere e trasportare con l'esperimento montato. Prima di chiudere il laboratorio sarà necessario scollegare l'alimentazione esterna, nel caso esista, e impostare il commutatore di alimentazione su EXT per non sprecare l'energia delle batterie.

Apertura del laboratorio

Una volta chiuso, il laboratorio si apre facilmente esercitando una leggera pressione sulla parte inferiore dello stesso spingendo verso l'interno con il pollice e tirando contemporaneamente il coperchio superiore verso l'alto.

Treni di impulsi

Questo circuito genera dei treni di impulsi che sono emessi a una determinata cadenza. È possibile controllare sia la frequenza del segnale che genera l'impulso che la durata del treno di impulsi o dei tempi in cui non c'è segnale di uscita. L'uscita si utilizza per illuminare 4 LED contemporaneamente.

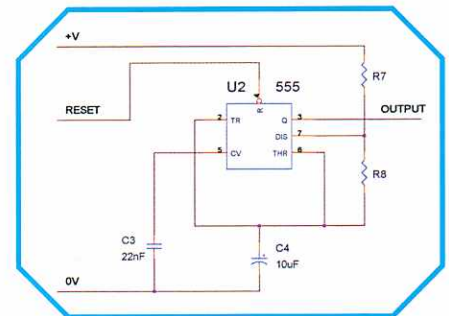
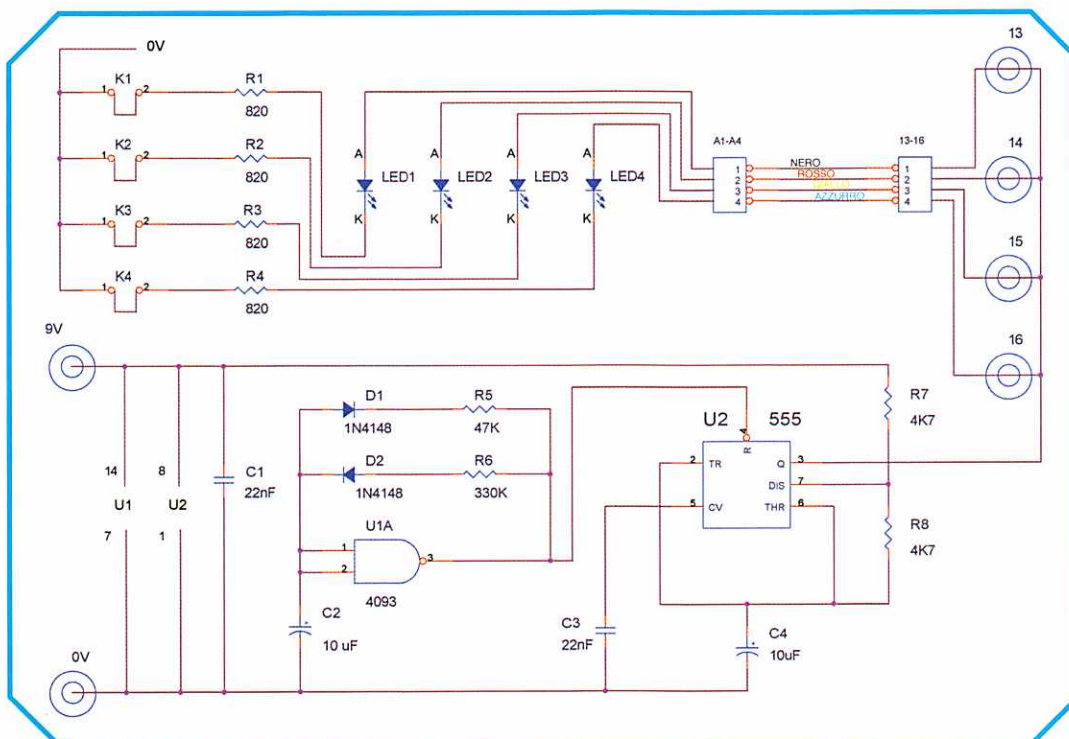
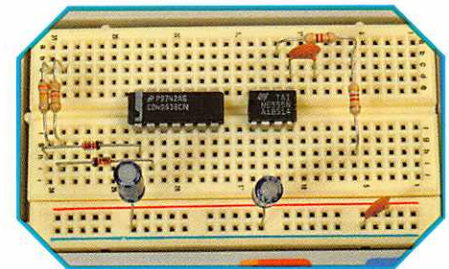
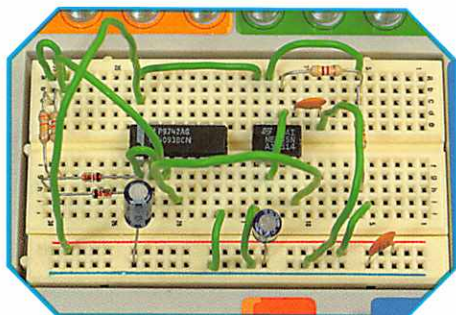
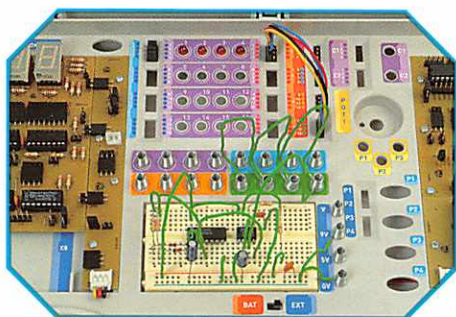
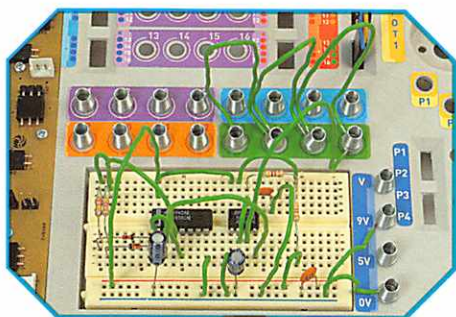
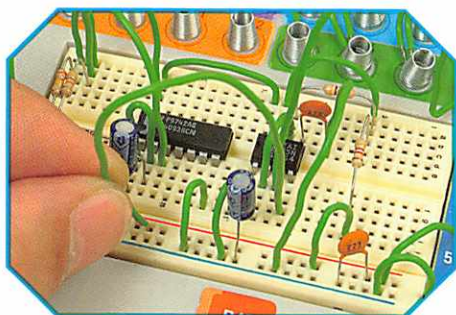
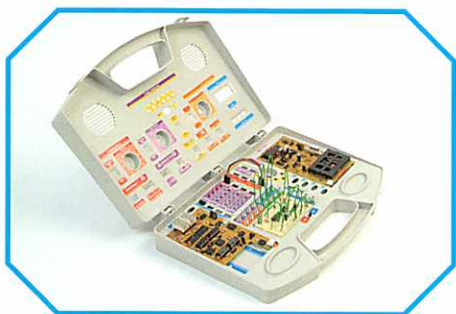
Il circuito

Osservando lo schema del circuito possiamo vedere che l'integrato 555 è configurato come oscillatore astabile. Questo circuito genera un impulso periodico quando il suo terminale 4 è a livello alto, e cessa di farlo quando è a livello basso.

La frequenza di uscita di questo circuito dipende dai valori delle resistenze R7, R8 e del condensatore C4.

La porta U1A forma un altro oscillatore astabile che ha la caratteristica di poter controllare in modo indipendente la durata del livello alto e la durata del livello basso.

La frequenza di questo oscillatore dipende dal valore del condensatore C2, e la resistenza R5 determina il tempo in cui l'impulso è a livello basso, quindi l'uscita di questa porta,

Il funzionamento del 555 si controlla con il terminale 4.

Componenti installati sulla scheda.

Generatore di treni di impulsi.

Cablaggio della scheda Bread Board.

Vista del cablaggio completato.

Collegamenti alle molle.

Collegamento del terminale 4 del 555 al positivo, gli impulsi sono emessi in modo continuo.

Esperimento completato.

terminale 3 del circuito integrato 4093, è anch'essa a livello basso, mentre la resistenza R6 determina il tempo in cui l'impulso di uscita è a livello alto.

L'uscita della porta U1A, terminale 3 del 4093, si utilizza per controllare il funzionamento dell'astabile formato con il 555, e si collega al terminale 4 dello stesso astabile; quando il livello su questo pin è 0, lo è anche l'uscita del 555; quando è a livello alto il 555 oscilla.

Montaggio

Questo montaggio si esegue seguendo lo schema e tenendo presente la polarità dei diodi D1 e D2 e quella dei condensatori elettrolitici.

I terminali dell'alimentazione dell'integrato 555 sono: 8 per il positivo e 1 per il negativo, mentre per il 4093 sono: 14 per il positivo e 7 per il negativo. Il collegamento ai LED si esegue con un cavetto a quattro fili tra gli anodi dei 4 LED e i collegamenti dal 13 al 16 delle molle, e collegando inoltre i quattro ponticelli sui catodi dei LED.

Prova

Il circuito deve funzionare non appena viene collegata l'alimentazione, con un'intermittenza molto veloce dei LED che si interrompe brevemente. Il tempo di questa interruzione si può allungare aumentando il valore della resistenza R5.

Se il cavetto che unisce il terminale 4 del 555 con il terminale 3 del 4093 si scollega da quest'ultimo terminale e si collega al positivo, il lampeggio dei LED non si interromperà più.

LISTA DEI COMPONENTI

U1	Circuito integrato 4093
U2	Circuito integrato 555
R5	Resistenza 47 K (giallo, viola, arancio)
R6	Resistenza 330 K (arancio, arancio, giallo)
R7, R8	Resistenza 4K7 (giallo, viola, rosso)
C1, C3	Condensatore 22 nF
C2, C4	Condensatore 10 µF elettrolitico

Esercizi 5 e 6: la pratica

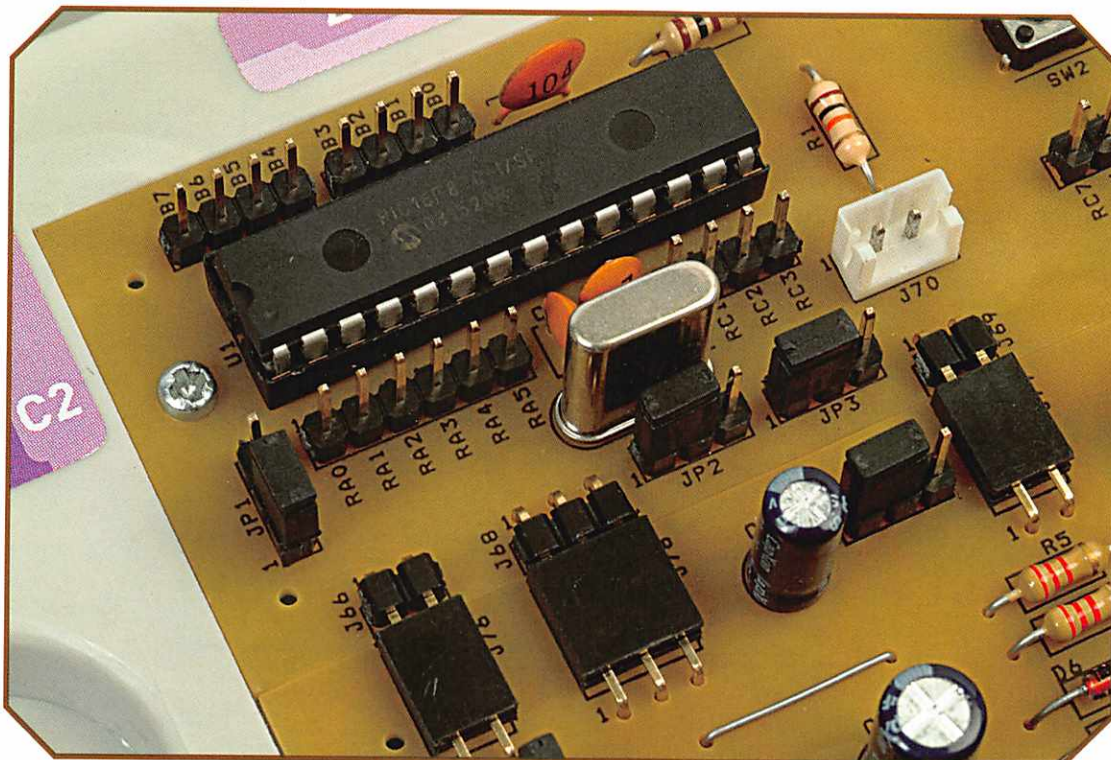
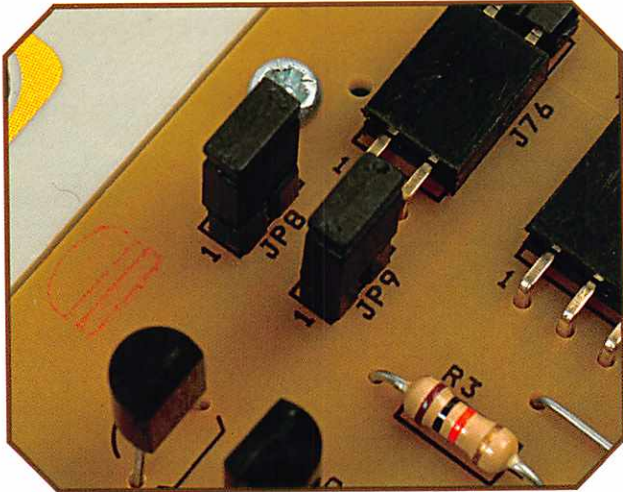
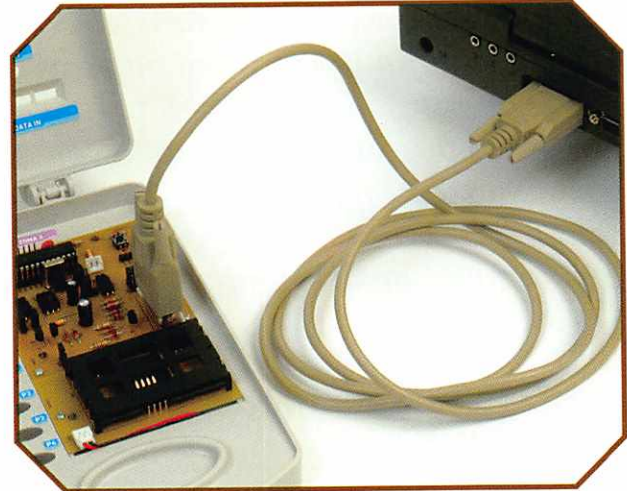
Giunti a questo punto possiamo eseguire sul laboratorio gli esercizi 5 e 6. I montaggi di entrambi gli esperimenti sono molto simili, quindi vi consigliamo di farli uno di seguito all'altro, dal momento che li vedremo insieme. I due esercizi lavorano con uno dei display a 7 segmenti e simulano degli interruttori agli ingressi del microcontroller. Spiegheremo le parti comuni ai due esercizi senza fare distinzioni, e in seguito, analizzeremo le differenze che ci sono fra di essi.

Configurazione hardware per IC-PROG

Dobbiamo configurare il laboratorio per eseguire la scrittura del microcontroller utilizzando IC-PROG. Anche se a questo punto voi dovreste già sapere come eseguire questa configurazione, faremo un breve ripasso. Quando vogliamo lavorare con IC-PROG dobbiamo collegare un cavo tra il laboratorio e il PC. Tramite questo collegamento il laboratorio riceverà l'alimentazione dalla porta seriale del PC, quindi dobbiamo predisporre il laboratorio in modo che possa ricevere correttamente un'alimentazione esterna. Ciò si ottiene mediante i connettori JP1, JP2 e JP3, montando i ponticelli tra i pin 1 e 2.

In questo modo si annulla l'alimentazione interna del laboratorio, ovvero quella fornita dalle batterie. Inoltre bisogna anche inserire i ponticelli sui connettori JP8 e JP9 affinché venga realizzato il trasferimento dei dati durante le varie fasi della scrittura. In altre parole, il laboratorio rimane configurato in modo scrittura.

Cancellazione e scrittura

Facciamo partire IC-PROG e carichiamo uno degli esercizi.

Connettori per scegliere l'alimentazione.

Connettori di trasferimento in scrittura.

Cavo di scrittura.

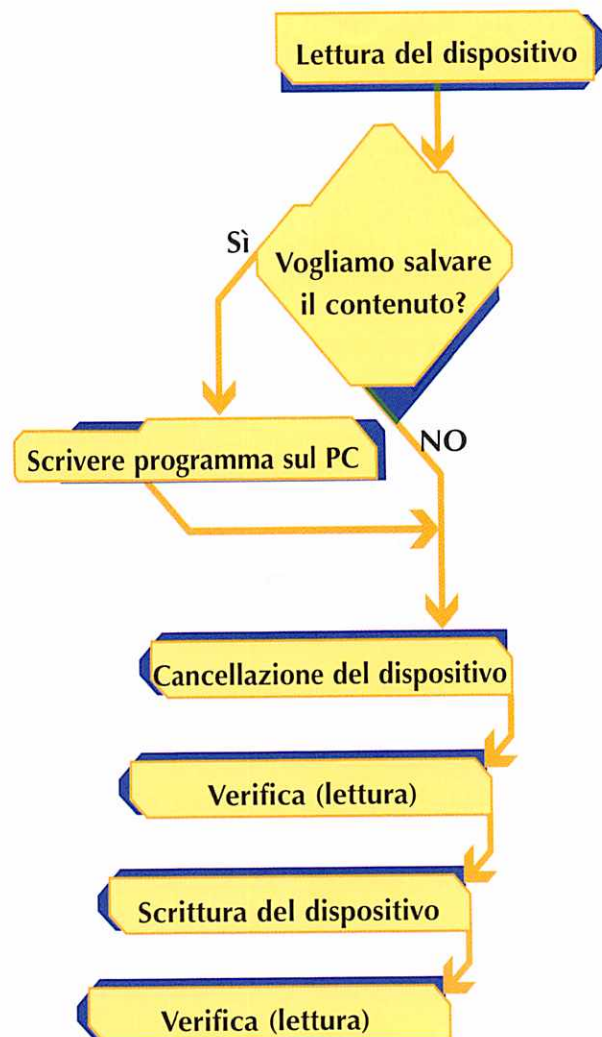
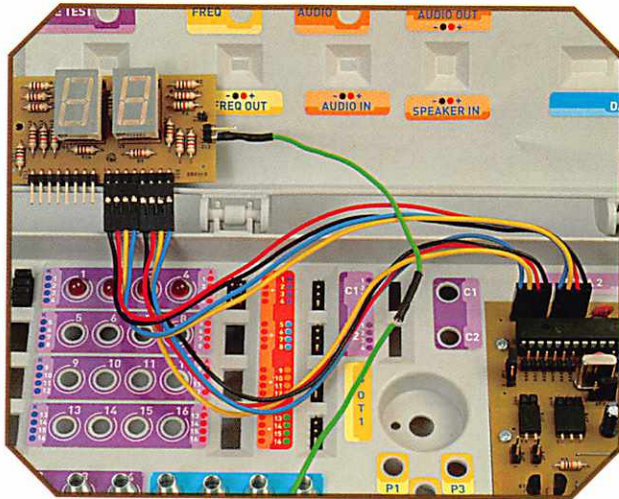
Ricordiamo i passaggi per eseguire questo processo:

– Lettura del dispositivo: si deve leggere il dispositivo prima di eseguire qualsiasi azione su di esso nel caso volessimo salvare il programma contenuto nel microcontroller stesso.

– Cancellazione: prima di scrivere è sempre consigliabile cancellare il dispositivo per evitare che gli indirizzi di memoria da non modificare nella scrittura contengano qualche dato residuo che potrebbe influenzare il successivo funzionamento.

– Verifica di cancellazione: anche se il software ci offre la possibilità di verifica, leggeremo nuovamente il dispositivo per verificare che non sia rimasto nulla nelle celle della memoria di programma. Se è così il contenuto dovrà essere 3FFF.

– Scrittura: procederemo alla scrittura del dispositivo per il quale avremo in precedenza configurato le opzioni di scrittura su IC-PROG. Sceglieremo sempre il tipo di oscillatore XT, la protezione del codice CP OFF, e i bit della parola di configurazione in funzione dei dispositivi che saranno utilizzati nel programma. In questi due esercizi sarà sufficiente abilitare i bit WDT e PWRT, fatto questo potremo selezionare Programma Tutto.

– Verifica di scrittura: come ultima verifica del processo leggeremo il dispositivo e controlleremo che contenga il programma desiderato.

Passaggi da realizzare su IC-PROG.

Collegamenti delle uscite verso il display.

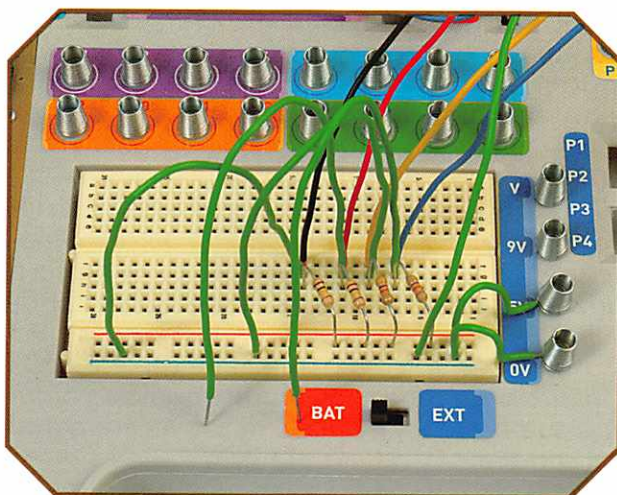
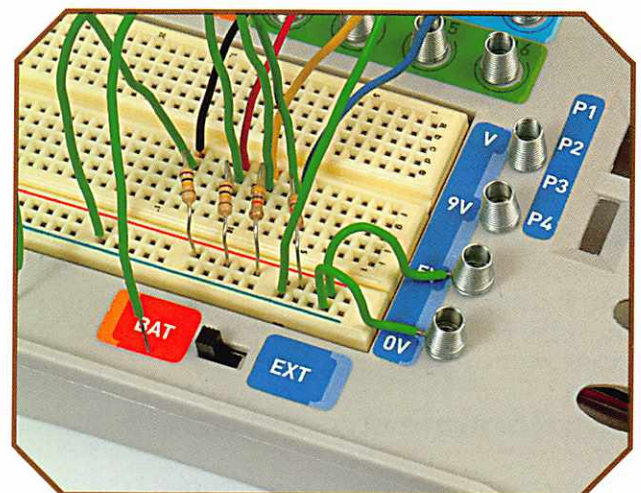
Collegamenti alla scheda Bread Board.

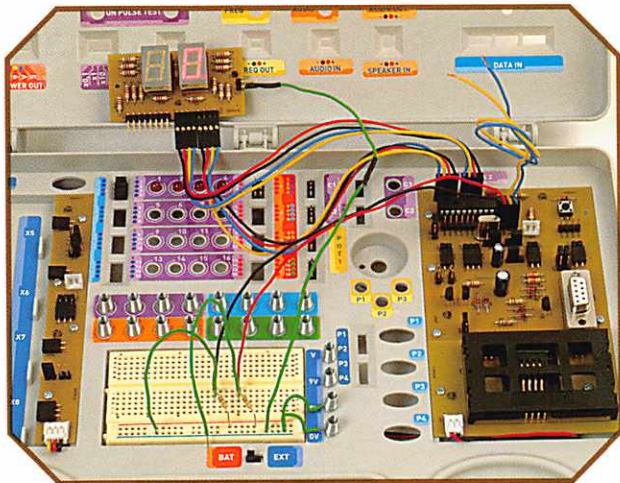
Configurazione hardware per il funzionamento

Passiamo dal modo scrittura a quello normale. Scolleghiamo il cavo di comunicazione e configuriamo nuovamente i ponticelli del laboratorio. Prenderemo l'alimentazione dalle batterie, quindi i connettori JP1, JP2 e JP3 avranno i ponticelli tra i pin 2 e 3. Dobbiamo togliere i ponticelli da JP8 e JP9 per liberare i terminali della porta B a cui fanno riferimento.

Montaggio: uscite

In questi due esercizi il montaggio delle uscite è lo stesso, poiché in entrambi si lavora con il display a 7 segmenti che si trova collegato alla porta B.

Il circuito stampato DG01 si utilizza isolato dal resto del circuito, quindi dobbiamo smontarlo dal laboratorio togliendo contemporaneamente le schede DG01, DG02 e DG03, per poter successivamente separare la DG01. Utilizzeremo i due cavetti per collegare i terminali della porta B al connettore J12 della scheda DG01 che contiene il display, e un filo per portare il negativo alla scheda DG01, in questo caso sarà di colore verde. Dato che l'uscita del PIC è direttamente in codice a 7 segmenti, non sarà necessario passare attraverso i driver per adattare il segnale al display. Nelle immagini si può vedere come realizzare questi

Collegamenti degli ingressi per l'esercizio 6.

Possiamo collegare le alimentazioni.

Montaggio finale per l'esercizio 5.

Montaggio finale per l'esercizio 6.

collegamenti. È molto importante non incrociare i fili uno con l'altro fra di loro, allo scopo di mantenere la corrispondenza tra i pin dell'uscita del microcontroller e quelli del display.

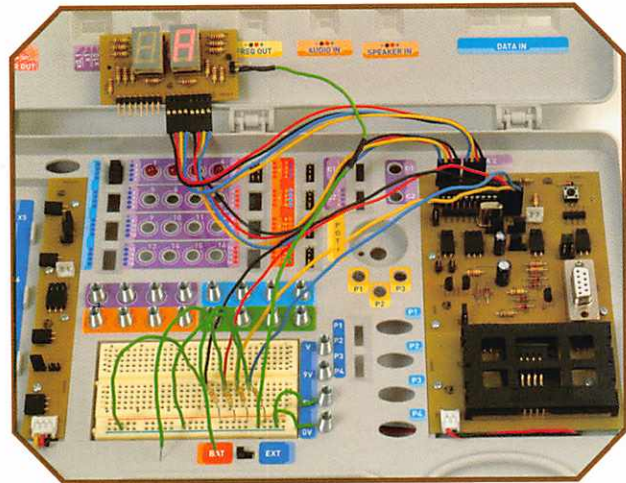
Montaggio: ingressi esercizio 5

Abbiamo bisogno di due ingressi che simuleranno gli interruttori e saranno collegati ai pin RC0 e RC1. Negli esercizi precedenti abbiamo imparato che la simulazione degli interruttori è tanto semplice quanto utilizzare un filo da collegare al positivo o al negativo dell'alimentazione. In questo modo contempleremo i due possibili stati dell'ingresso. È consigliabile utilizzare resistenze tra l'alimentazione e i terminali di ingresso. Nell'immagine potete vedere i collegamenti degli ingressi.

Montaggio: Ingressi esercizio 6

Il montaggio delle uscite di questo esercizio è molto simile al precedente, con la differenza che ora lavoriamo con quattro ingressi, avendo bisogno di quattro digit binari da convertire in codice esadecimale. Dovremo solamente ampliare il nostro montaggio con due nuovi ingressi, con i rispettivi fili e le resistenze, come si può vedere nella figura.

Funzionamento esercizio 5

Dopo aver eseguito il montaggio completo (vedere l'immagine in alto a destra) colleghiamo l'alimentazione e verifichiamo il funzionamento. Se all'inizio gli ingressi si trovano a 0 Vdc (questo dovrebbe essere lo stato iniziale del sistema) il display visualizzerà uno 0. Proviamo ad attivare il punto decimale e in seguito cambiamo di stato gli ingressi. Immaginate un sistema di rilevazione di camera occupata in un hotel. Lo 0 potrebbe significare camera libera e l'1 camera occupata. Il punto decimale potrebbe significare il desiderio dell'occupante di non essere disturbato.

Funzionamento esercizio 6

Se aggiungiamo i due ingressi per poter eseguire questa applicazione e abbiamo il programma corrispondente che gira sul PIC, possiamo verificare che all'inizio gli ingressi saranno tutti a 0, quindi il display visualizzerà uno 0. Dobbiamo eseguire il conteggio degli ingressi in binario per poter vedere che a ogni ingresso corrisponde un numero in esadecimale. Immaginate un sistema di decodifica qualsiasi in cui si vogliano tradurre dei simboli in un linguaggio più comune. Il sistema di lavoro sarebbe simile, una tabella per assegnare un carattere a ogni simbolo di ingresso e una visualizzazione della conversione del risultato.

Abituatevi a scollegare l'alimentazione del circuito ogni volta che eseguite qualche modifica su di esso, per evitare di provocare danni sui componenti del laboratorio.

Scollegate sempre l'alimentazione quando lavorate con il laboratorio.

Esercizio 6: display in esadecimale, il programma

Terminiamo la prima fase degli esercizi con l'ultimo che troviamo sul CD. Grazie a questo esercizio faremo pratica con l'utilizzo delle subroutines, imparando a muoverci su una tabella. Con questo esercizio e i precedenti riteniamo che abbiate acquisito l'esperienza e la scioltezza necessarie per affrontare altre sfide, quali la gestione di nuovi dispositivi, l'utilizzo di periferiche, il lavoro con un programma residente, la programmazione del PIC in altri linguaggi, ecc.

Enunciato

Si vuole realizzare la conversione di un numero inserito in binario nel suo equivalente in esadecimale. Verrà visualizzato il risultato su uno dei display del laboratorio e si piloteranno gli ingressi mediante interruttori.

Organigramma

In questo esercizio, a differenza del precedente, esistono molte combinazioni di ingresso, dato che disponiamo di quattro interruttori (2^4=16 combinazioni) quindi lo risolveremo attraverso una subroutine e mediante una tabella. Ne consegue che l'organigramma che risolve l'enunciato generale dell'applicazione potrebbe risultare tanto semplice quanto quello mostrato nella figura.

Codice

Il processo iniziale per cominciare a scrivere il nostro codice è uguale a quello degli altri programmi. Grazie ai commenti descriveremo la funzionalità finale del programma e il significato delle linee di codice, dovremo definire il processore e la libreria, e dopo aver indicato i dispositivi con cui lavoreremo, configurarli nel PIC. Nel nostro caso lavoreremo con 4 ingressi e con 8 uscite, quindi potremo utilizzare la porta C per gli ingressi e la porta B per le uscite.

Osservando il codice della figura in basso possiamo vedere che fino a questo punto l'unica differenza rispetto ai programmi precedenti è che in questo caso è stata configurata la porta C affinché i quattro bit meno significativi siano ingressi e gli altri quattro uscite.

Per sviluppare il codice che risolve l'applicazione è consigliabile iniziare aggiornando il Watch Dog, infatti, anche se in questo esercizio

```
;Il display a 7 segmenti. Decodificatore da esadecimale a 7 segmenti
;
;Mediante i quattro interruttori RC0-RC3 si imposta un valore binario da 4 bit
;che deve essere visualizzato sul display in esadecimale

                List     p=16F870          ;Processore
                include  "P16F870.INC"     ;Definizione dei registri interni

                org      0x00
                goto     Inizio
                org      0x05

Inizio          clrf     PORTB             ;Cancella i valori casuali
                bsf      STATUS,RP0        ;Seleziona il banco 1
                clrf     TRISB             ;Porta B si configura come uscita
                movlw    b'00001111'
                movwf    TRISC             ;Porta C si configura come ingresso
                bcf      STATUS,RP0        ;Seleziona il banco 0
```

Inizieremo il codice con le definizioni e la configurazione.

Organigramma dell'applicazione.

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
PORT C	u	u	u	u	X	X	X	X
AND	0	0	0	0	1	1	1	1
Risultato	0	0	0	0	X	X	X	X

Operazione AND per pulire valori residui.

non ha molto senso, è consigliabile abituarsi a utilizzare questa istruzione all'inizio di una fase ciclica (potrete provare a simulare il programma senza questa istruzione). Leggeremo gli ingressi, quindi, per evitare eventuali valori residui, eseguiremo un'operazione AND per conservare unicamente i valori dei quattro bit con cui lavoreremo.

Eseguiremo una chiamata alla subroutine in cui si trova la tabella e il valore ottenuto lo porteremo all'uscita, ripetendo questa operazione ciclicamente.

Tabella di conversione

Quando eseguiamo una chiamata a subroutine il registro di lavoro contiene il valore dell'ingresso, che sarà compreso tra 0 e 15. Questo valore sarà quello che porterà il puntatore a indicare questa o quell'altra posizione della tabella. A ogni posizione si assegna un valore diverso che verrà caricato sul registro di lavoro, ritornando al programma principale. Sappiamo come convertire un numero binario al suo corrispondente decimale in 7 segmenti, però per convertire questo stesso numero in esadecimale dobbiamo tener conto di 6 nuovi caratteri. Nella tabella della figura della pagina successiva possiamo vedere qual è la conversione da esadecimale a codice a 7 segmenti. Termineremo il programma con l'istruzione end alla fine del codice.

```
;Il display a 7 segmenti. Decodificatore da esadecimale a 7 segmenti
;
;Mediante i quattro interruttori RC0-RC3 si imposta un valore binario da 4 bit
;che deve essere visualizzato sul display in esadecimale

                List    p=16F870            ;Processore
                include "P16F870.INC"       ;Definizione dei registri interni

                org     0x00
                goto    Inizio
                org     0x05

Inizio          clrf    PORTB               ;Cancella i valori casuali
                bsf     STATUS,RP0          ;Seleziona il banco 1
                clrf    TRISB               ;Porta B si configura come uscita
                movlw   b'00001111'
                movwf   TRISC               ;Porta C si configura come ingresso
                bcf     STATUS,RP0          ;Seleziona il banco 0

Loop            clrwdt                      ;Aggiorna il WDT
                movf    PORTC,W
                andlw   b'00001111'         ;Legge il codice di RC0-RC3
                call    Tabella             ;Converte a 7 segmenti
                movwf   PORTB               ;Visualizza sul display
                goto    Loop
```

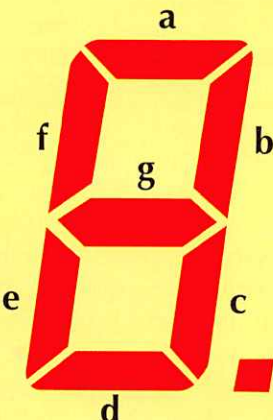
Codice risultante senza includere la subroutine.

```
;****************************************************************************
;Tabella: Questa routine converte il codice binario presente sui 4 bit meno significativi
;del reg. W nel suo equivalente a 7 segmenti. Il codice a 7 segmenti viene portato anche
;sul registro W

Tabella:        addwf   PCL,F               ;Spostamento sulla tabella
                retlw   b'00111111'         ;Cifra 0
                retlw   b'00000110'         ;Cifra 1
                retlw   b'01011011'         ;Cifra 2
                retlw   b'01001111'         ;Cifra 3
                retlw   b'01100110'         ;Cifra 4
                retlw   b'01101101'         ;Cifra 5
                retlw   b'01111101'         ;Cifra 6
                retlw   b'00000111'         ;Cifra 7
                retlw   b'01111111'         ;Cifra 8
                retlw   b'01100111'         ;Cifra 9
                retlw   b'01110111'         ;Cifra A
                retlw   b'01111100'         ;Cifra b
                retlw   b'00111001'         ;Cifra C
                retlw   b'01011110'         ;Cifra d
                retlw   b'01111001'         ;Cifra E
                retlw   b'01110001'         ;Cifra F
```

Codice della subroutine con la tabella di conversione.

Compilazione

Per compilare dovremo eseguire gli stessi passaggi degli esercizi precedenti. Salveremo il file nella directory di lavoro all'interno di MPLAB con estensione ".asm". Apriremo MPLAB e creeremo un nuovo progetto che chiameremo con lo stesso nome dell'esercizio salvato. Editando il progetto includeremo, all'interno di esso, il file in assembler e successivamente apriremo quest'ultimo per visualizzarlo sul monitor.

Selezioneremo Build All, oppure i tasti Control+F10 o ancora l'icona destinata a questo scopo sulla barra degli strumenti, e il programma si compilerà e si assemblerà correttamente, generando così i file risultanti di questo processo, tra i quali troveremo il file in codice macchina (estensione ".hex").

Videata di MPLAB con il file caricato.

DIGIT	BINARIO	7 SEGMENTI b'0gfedcba'
0	0000	00111111
1	0001	00000110
2	0010	01011011
3	0011	01001111
4	0100	01100110
5	0101	01101101
6	0110	01111101
7	0111	00000111
8	1000	01111111
9	1001	01100111
A	1010	01110111
B	1011	01111100
C	1100	00111001
D	1101	01011110
E	1110	01111001
F	1111	01110001
punto		10000000

Tabella di conversione: Binario/ Esadecimale/ - 7 segmenti.

La compilazione avviene senza errori e con due messaggi già commentati negli esercizi precedenti.

Simulazione

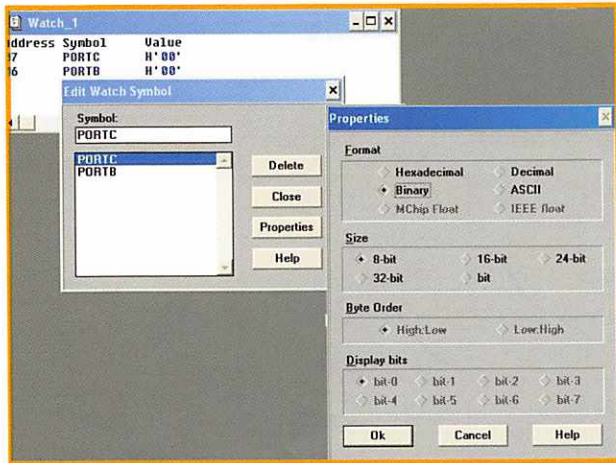
L'ultimo passaggio prima della scrittura del programma sul dispositivo è simulare il funzionamento del programma stesso. Come per gli esercizi precedenti, vi consigliamo di caricare la finestra dei registri di funzioni speciali e quella contenente i registri di ingressi-uscite, che ci servirà per osservare direttamente il risultato. Cambiate la configurazione della rappresentazione di quest'ultima finestra per visualizzare il contenuto dei registri in formato binario e poter verificare in modo più semplice se il risultato è quello desiderato.

Attivate il simulatore di stimoli asincroni e configuratelo in modo che i primi quattro stimoli corrispondano ai quattro pin di ingresso.

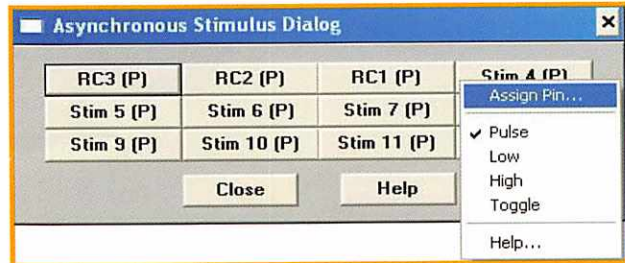
Siete pronti, a questo punto, per eseguire la simulazione, quindi posizionatevi sulla finestra che contiene il codice, premete F7 e iniziate l'esecuzione passo a passo.

Guardando la finestra dei registri speciali verificate come si aggiornano i valori man mano che vengono eseguite le linee di codice. Configuriamo il dispositivo e leggiamo gli ingressi, mettiamo questi valori sul registro di lavoro (dopo aver eseguito la AND di sicurezza) e con questi valori andiamo sulla tabella. Il puntatore punterà il primo indirizzo, dato che il primo valore (senza attivare nessun pin sul simulatore di stimoli) è 0. Sul registro di lavoro verrà portata la conversione a 7 segmenti e quindi passata all'uscita.

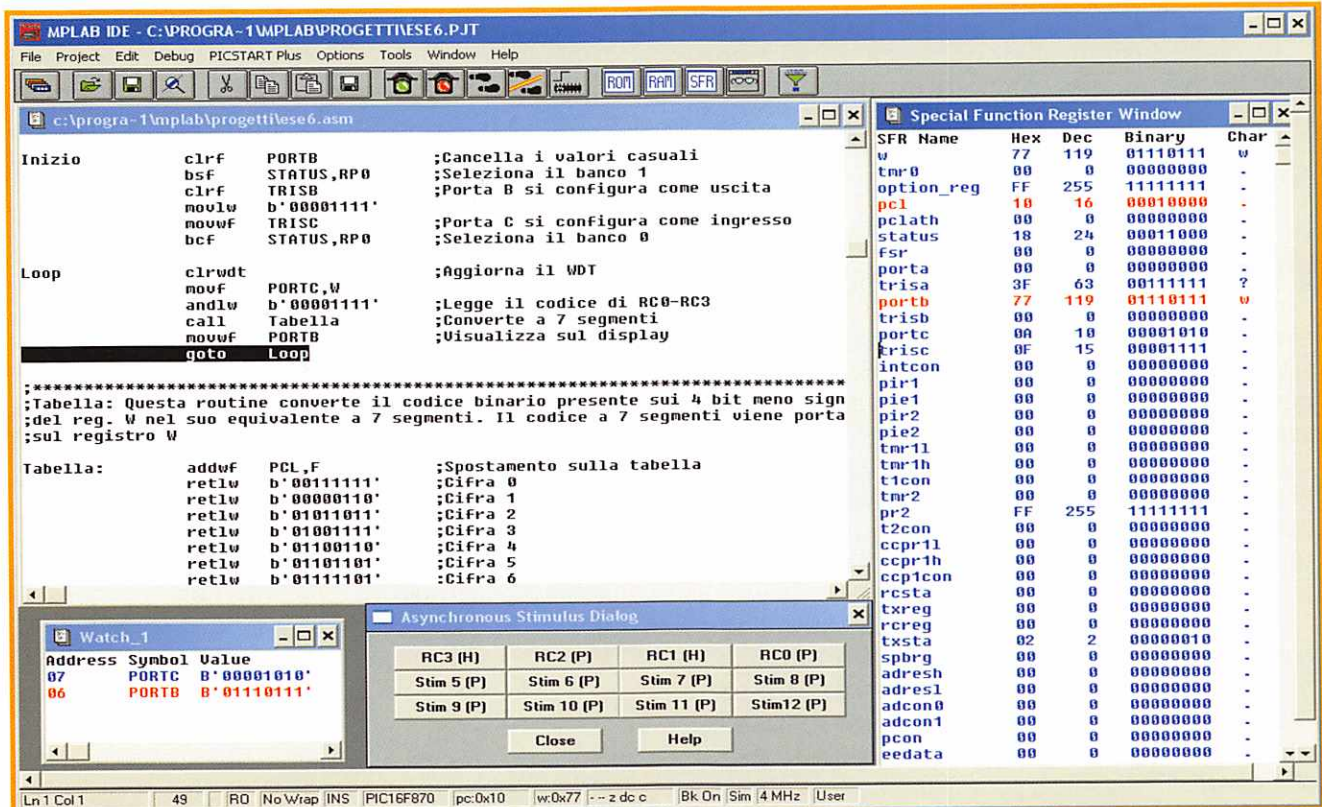
Per il momento il funzionamento è quello corretto, però per verificarlo completamente proveremo diversi valori di ingresso e verifiche-

Risultato del primo ciclo con tutti gli ingressi a 0.

Visualizzare la rappresentazione in binario.

remo che il valore ottenuto sull'uscita sia quello desiderato.

Nella figura possiamo osservare che caricando sull'ingresso il valore "1010" il risultato ottenuto è quello corretto: "01110111". Durante la simulazione potrete vedere che il puntatore va direttamente alla posizione della tabella contenente il dato ricercato.

Simulatore di stimoli asincroni.

Conclusioni

Il montaggio di questo progetto è molto simile a quello dell'esercizio 5, quindi studieremo i due montaggi in modo parallelo, con le piccole differenze che li distinguono. Per il momento consideriamo terminata questa prima fase dell'esercizio, vi consigliamo comunque di affiancare con la pratica ogni avanzamento della teoria esercitandovi con nuovi esempi o modificando quelli già esistenti. Pensate a ciò che vi piacerebbe fare con il PIC e provate a realizzarlo con un vostro progetto.

Vista generale di MPLAB che simula altri valori di ingresso.